

Process for changing the point sizes during laser engraving, e.g. of glass comprises applying energy in the form of a focused laser beam to the workpiece transparent for a laser

Patent number: DE19925801
Publication date: 2000-12-21
Inventor: LENK ANDREAS (DE)
Applicant: FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)
Classification:
- **international:** B23K26/04; B44B7/00; C03C23/00; B23K26/04;
B44B7/00; C03C23/00; (IPC1-7): B23K26/40;
C03B33/00
- **european:** B23K26/00F4; B23K26/04; B44B7/00; C03C23/00B8
Application number: DE19991025801 19990603
Priority number(s): DE19991025801 19990603

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19925801

Process for changing the point sizes during laser engraving comprises applying energy in the form of a focused laser beam to the workpiece transparent for a laser. For each laser type, the effective pulse length is regulated beginning with the time for the ignition of the plasma up to the plasma effect has ended in the material at each point of the workpiece depending on the required point sizes. An Independent claim is also included for a device for carrying out the process comprising a x, y - galvoscaner and a motorized z-table.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 199 25 801 A 1

⑯ Int. Cl.⁷:
B 23 K 26/40
C 03 B 33/00

DE 199 25 801 A 1

⑯ Aktenzeichen: 199 25 801.5
⑯ Anmeldetag: 3. 6. 1999
⑯ Offenlegungstag: 21. 12. 2000

⑯ Anmelder:
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung eV, 80636 München, DE
⑯ Vertreter:
Rauschenbach, M., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 01187
Dresden

⑯ Erfinder:
Lenk, Andreas, Dr., 01728 Bannowitz, DE
⑯ Entgegenhaltungen:
DE 196 46 332 A1
DE 296 01 160 U1
EP 07 43 128 A1
DERZY, J.: Pen-Type Laser New Life for an Old
System. In: Photonics Spectra, April 1998,
S.134-136;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur regelbaren Veränderung der Punktgröße bei der Laser-Innengravur

⑯ Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Laser-technik und betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung, wie es z. B. für die Herstellung von Schriftzeichen im Innen eines Werkstückes angewandt werden kann. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, bei dem die Punktgröße bei der Laser-Innengravur relativ unabhängig vom Laser-typ oder von Materialinhomogenitäten regelbar verändert werden kann. Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren, bei dem in ein Werkstück ein Energieeintrag mittels eines fokussierten Laserstrahls vorgenommen wird, wobei für jeden Laser-typ die wirksame Pulslänge in Abhängigkeit von der gewünschten Punktgröße geregelt wird. Die Aufgabe wird weiterhin gelöst durch eine Vorrich-tung, bestehend aus einem Laser, einem schnellen Schal-ter, einer Vorrichtung zur Fokussierung des Laserstrahls an den gewünschten Punkt im Werkstück, einer Vorrich-tung zur Ermittlung des Zündzeitpunktes des Plasmas und einer Signalleitung.

DE 199 25 801 A 1

DE 199 25 801 A 1

1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Lasertechnik und betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Veränderung des optischen Verhaltens an der Oberfläche und/oder innerhalb eines Werkstückes mittels eines Lasers, wie es z. B. für die Herstellung von Schriftzeichen oder Bildern an der Oberfläche eines Werkstückes und/oder im Inneren eines Werkstückes angewandt werden kann.

Das Strukturieren von Oberflächen mittels gepulster Laser zum Zwecke der Beschriftung und Markierung ist ein bekanntes und vielfach angewendetes Verfahren. Besonders geeignet sind dafür Laser mit Pulslängen im Nanosekunden-Bereich (z. B. Nd-YAG-Laser mit 100 ns, Excimer-Laser mit 30 ns). Durch die hohe Laserpulsleistung und durch eine geeignete Fokussierung lassen sich Leistungsdichten im Bereich von 10^7 bis 10^9 W/cm^2 auf der Werkstückoberfläche erreichen.

Derartige Leistungsdichten bewirken die Zündung eines dichten Plasmas auf der Oberfläche, das neben der eigentlichen Laserstrahlung einen hohen Energieeintrag in das Werkstück realisiert. Die absorbierte Energie führt zu einer starken lokalen Aufheizung sowie zum Abtragen von Material aus der Werkstückoberfläche. Der gewünschte optische Kontrast wird durch die modifizierte Oberflächentopographie und -morphologie oder durch thermisch induzierte Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung erzeugt.

Auch die Laser-Innengravur ist ein bekanntes Verfahren mit Hilfe dessen für einen Laser transparente Materialien, insbesondere Glas, unter der Oberfläche, d. h. im Volumen markiert werden können (DE 44 07 547 C2). Dafür wird durch eine entsprechende Fokussierung des Laserstrahls im Material ein Plasma geziündet, das die Entstehung von Mikrorissen zur Folge hat. Punktweise – ähnlich wie bei einem Matrixdrucker – lassen sich zwei- und auch dreidimensionale Objekte und Strukturen darstellen. Die erreichbare Auflösung ergibt sich aus der Größe der Mikrorisse. Diese Größe hängt wiederum vor allem von der Lebensdauer des Plasmas und damit von der Dauer des Laserpulses ab.

Zur Veränderung der Größe der Mikrorisse ist also eine Änderung des Pulsdauer erforderlich. Damit ist es notwendig, bei jeder Änderung einen anderen Lasertyp einzusetzen, da jedem Lasertyp eine feste Pulslänge entspricht.

Der Erfahrung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur regelbaren Veränderung der Punktgröße bei der Laser-Innengravur anzugeben, bei dem die Punktgröße relativ unabhängig vom Lasertyp oder von Materialinhomogenitäten regelbar verändert werden kann.

Die Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen angegebenen Erfundung gelöst. Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem erfundungsgemäßen Verfahren zur regelbaren Veränderung der Punktgröße bei der Laser-Innengravur wird ein Lasertyp eingesetzt, der vorteilhafterweise einen hinreichend langen Laserpuls oder Laserpulszug aufweist.

In Abhängigkeit von der Zusammensetzung des für einen Laser transparenten Materials und aller äußerer Bedingungen erfolgt ein Energieeintrag in das Material, welcher zur Zündung des Plasmas führt. Der Zeitpunkt der Zündung des Plasmas ist dabei nicht identisch mit dem Zeitpunkt des Beginns des Laserpulses oder des Laserpulszuges. Eben in Abhängigkeit von den jeweils örtlich vorliegenden speziellen und möglicherweise jeweils unterschiedlichen Verhältnissen zündet das Plasma früher oder später. Der Zeitraum von der Zündung des Plasmas bis zu seinem Erlöschen ist die wirkliche Pulslänge, die in den meisten Fällen kleiner ist als die Länge des Laserpulses oder des Laserpulszuges. In Abhängigkeit von der Länge der wirklichen Pulslänge entstehen

2

Mikrorisse im Material, wobei je kürzer die Länge des wirklichen Pulses ist, um so kürzer sind die Mikrorisse und damit die räumliche Ausdehnung des Punktes.

Da eine möglichst kleine räumliche Ausdehnung der Punkte erreicht werden soll, was dann zu einer hohen Auflösung führt, ist also eine möglichst kurze Länge des wirklichen Pulses erforderlich.

Um dies zu erreichen wird erfundungsgemäß die wirkliche Länge eines Pulses oder eines Pulszuges auf eine gewünschte Länge verkürzt.

Dadurch kann bei einer je Lasertyp festgelegten Pulslänge oder Pulszuglänge unterschiedlich kürzere Pulslängen oder Pulszuglängen realisiert werden.

Die Verkürzung der wirklichen Pulslänge wird mit einem schnellen optischen Schalter erreicht.

Dabei muß dieser schnelle optische Schalter im wesentlichen mindestens so schnell schalten, wie der ursprüngliche Puls oder Pulszug lang sind. Besser ist in jedem Fall, daß der schnelle optische Schalter so schnell und so vollständig wie möglich, den Energieeintrag an den Punkt in einem Material unterbricht.

Um den Zeitpunkt des Zündens des Plasmas festzustellen, ist erfundungsgemäß ein Plasmalsensor vorhanden, der registriert, wann das Plasma zündet.

Das Feststellen des Zündzeitpunktes ist für das erfundungsgemäße Verfahren notwendig, um die wirkliche Pulslänge wiederholbar an jedem Punkt des Materials realisieren zu können.

Zur Realisierung des erfundungsgemäßen Verfahrens ist eine Vorrichtung einsetzbar, bei der von einem Laser ausgehend über einen elektro-optischen Deflektor, der als schneller optischer Schalter arbeitet, und einen x,y-Galvoscanner ein Laserstrahl in einen Glasblock gerichtet und fokussiert wird. Ein Plasmalsensor zeigt den Zündzeitpunkt des Plasmas an und nach einer die Punktgröße bestimmenden wirklichen Pulsdauer lenkt der Deflektor den Laserstrahl aus. Die Schnelligkeit des optischen Schalters bestimmt damit die minimale wirkliche Pulsdauer und die minimale Punktgröße.

Vorteilhafterweise kann die gewünschte wirkliche Pulsdauer auch durch die Länge der Signalleitung vom Plasmalsensor zum optischen Schalter realisiert sein.

Weiterhin vorteilhafterweise wird zur Feststellung des Zündzeitpunktes des Plasmas das Plasma durch die Planfeldoptik des Galvoscanners auf einen Sensor abgebildet. Dazu wird nach dem x,y-Galvoscanner in den Weg des Laserstrahles vom elektrooptischen Deflektor zum x,y-Galvoscanner ein dichroitischer Spiegel eingebaut, der das ursprüngliche Laserlicht hindurchläßt und das durch die Planfeldoptik aufgesammelte Plasmalicht aufgrund seiner anderen Wellenlänge auf einen entsprechenden Sensor leitet, der wiederum den Beginn des wirklichen Pulszuges darstellt und in Verbindung mit dem schnellen optischen Schalter steht.

Die besonderen Vorteile des erfundungsgemäßen Verfahrens bestehen darin, daß unter Verwendung nur eines Lasertyps die regelbare Veränderung der Punktgrößen möglich ist. Die obere Grenze ist durch die Pulslänge oder die Pulszuglänge des Lasers gegeben. Die untere Grenze der Pulslängen wird durch die Schnelligkeit des optischen Schalters bestimmt. Die Punktgrößen können auch innerhalb eines Werkstücks individuell verändert werden. Ein weiterer Vorteil ist, daß die Veränderungen im Material (Inhomogenitäten) und dem Umfeld der Bearbeitung durch das erfundungsgemäße Verfahren ausgeglichen und angepaßt werden können.

Im weiteren wird die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

An einem hochwertigen Glasquader mit einer Dicke von 70 mm wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine dekorative Bearbeitung vorgenommen. Dazu wird mit einem gütegeschalteten und modensynchronisierten Nd-YLF-Laser gearbeitet.

Dieser Laser emittiert eine Pulsfolge von 300 ns mit Einzelpulsen von 60 ps und Pulspausen von 13 ns. Die Pulsenergie beträgt für die Pulsfolge 3 mJ und je Einzelpuls 0,1 mJ. Dieser Laser ist mit einem elektro-optischen Deflektor gekoppelt. Dieser Deflektor lenkt auf ein entsprechendes Signal hin den durchgehenden Laserstrahl aus der Arbeitsrichtung aus und beendet damit den wirksamen Energieeintrag in das Material. Dieser elektro-optische Deflektor schaltet innerhalb von < 10 ns. Über einen x,y-Galvoscanner wird der Laserstrahl in den Bleikristallquader geleitet. Dort entzündet sich durch den Energieeintrag ein Plasma. Die davon ausgehende Strahlung wird entweder durch einen Plasmasensor auf einer Oberfläche des Quaders aufgenommen und das Signal durch eine Signalleitung mit einer Länge von 0,5 m zum elektrooptischen Deflektor geleitet, der nach Ankunft des Signals den Laserstrahl auslenkt. Es kann aber auch durch die im x,y-Galvoscanner befindliche Planfeldoptik die Rückstrahlung des Plasmas aufgenommen und auf einen dichroitischen Strahlteiler geleitet werden, der wiederum ein Signal an den elektro-optischen Schalter weiterleitet und die Auslenkung des Laserstrahls bewirkt.

Mit dieser Vorrichtung können wirksame Pulslängen von minimal 60 ps regelbar eingestellt werden.

Patentansprüche

30

1. Verfahren zur regelbaren Veränderung der Punktgröße bei der Laser-Innengravur, bei dem in ein für einen Laser transparentes Werkstück ein Energieeintrag mittels eines fokussierten Laserstrahls vorgenommen wird, wobei für jeden Lasertyp die wirksame Pulslänge beginnend mit dem Zeitpunkt der Zündung des Plasmas bis zu einer vorzeitigen Beendigung der Plasmawirkung in dem Material an jedem beliebigen Punkt des Werkstücks in Abhängigkeit von der gewünschten Punktgröße geregelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem eine programmierbare, und zwischen dem Bewegungsablauf und den Laserpulsen synchronisierte 2D- oder 3D-Relativbewegung zwischen Laserstrahl und Werkstück realisiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem ein motorisierter x,y,z-Tisch mit Echtzeiterfassung der Position eingesetzt wird.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der ein x,y-Galvoscanner mit einer Planfeldoptik und ein motorisierter z-Tisch eingesetzt sind.
5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem eine Pulsfolge von < 25 Pulszügen eingesetzt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem ein Pulsabstand < 13 ns eingesetzt wird.
7. Vorrichtung zur regelbaren Veränderung der Punktgröße bei der Laser-Innengravur, bestehend aus einem Laser, einem schnellen Schalter, einer Vorrichtung zur Fokussierung des Laserstrahls an den gewünschten Punkt im Werkstück, einer Vorrichtung zur Ermittlung des Zündzeitpunktes des Plasmas und einer Signalleitung, deren Länge in Abhängigkeit von der gewünschten Pulslänge steht.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der ein moden-synchronisierter und gütegeschalteter Festkörperlaser eingesetzt ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der ein Pulszug

durch Modensynchronisation erzeugt ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der ein dioden gepumpter Festkörperlaser eingesetzt ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der der schnelle optische Schalter ein elektrooptischer Deflektor ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei der der elektrooptische Deflektor eine Schaltzeit von < 10 ns hat.
13. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der die Vorrichtung zur Ermittlung des Zündzeitpunktes des Plasma eine Photodiode ist, die Plasmastrahlung oder transmittierte Laserstrahlung detektiert.
14. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der die Signalleitung ein Lichtleitkabel ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der eine Planfeldoptik gleichzeitig zur Laserstrahlfokussierung und zur Abbildung des Plasmas auf einen Plasmasensor eingesetzt ist.

- Leerseite -